

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-018248

(43)Date of publication of application : 22.01.2002

(51)Int.Cl.

B01F 1/00

B01D 19/00

B01D 63/10

B01D 71/32

(21)Application number : 2000-210137

(71)Applicant : NITTO DENKO CORP

(22)Date of filing : 11.07.2000

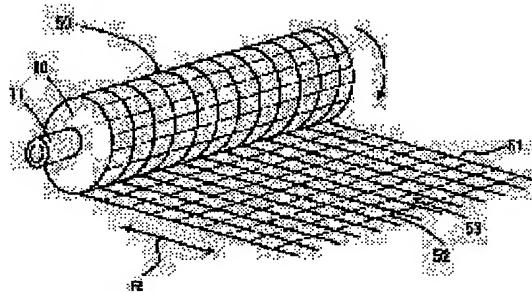
(72)Inventor : HIMENO MAKOTO

## (54) GAS-LIQUID CONTACT MEMBRANE MODULE OF SPIRAL TYPE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spiral type gas-liquid contact membrane module capable of smoothly discharging condensed water generated in a gas side flow channel to keep the concentration of the formed gas-dissolved liquid constant.

**SOLUTION:** A groove structure spacer 50 is wound around the outer peripheral part of a spiral type gas-liquid contact membrane element 10. The groove structure spacer 50 is constituted of a large number of parallelly arranged warp yarns 51 and a large number of weft yarns 52 arranged so as to cross the warp yarns 51 at a right angle and wound around the outer peripheral part of the spiral gas-liquid contact membrane element 10 so that groove parts 53 extend in the direction vertical to the axial direction of the spiral type gas-liquid contact membrane element 10.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-18248

(P2002-18248A)

(43)公開日 平成14年1月22日 (2002.1.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B 0 1 F 1/00  
B 0 1 D 19/00  
63/10  
71/32

識別記号

F I  
B 0 1 F 1/00  
B 0 1 D 19/00  
63/10  
71/32

テーマート<sup>7</sup> (参考)  
A 4 D 0 0 6  
H 4 D 0 1 1  
4 G 0 3 5

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-210137(P2000-210137)

(22)出願日 平成12年7月11日(2000.7.11)

(71)出願人 000003964

日東電工株式会社  
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72)発明者 姫野 誠

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東  
電工株式会社内

(74)代理人 100098305

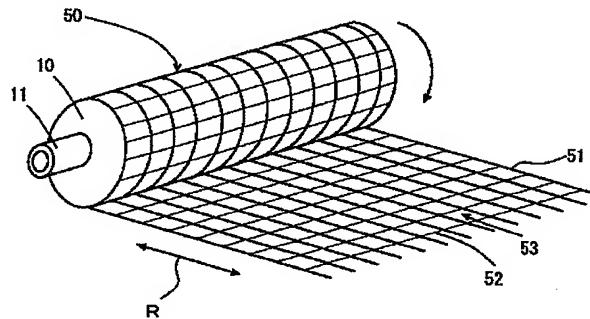
弁理士 福島 祥人  
Fターム(参考) 4D006 GA32 GA35 HA62 JA01A  
JA18A MA03 MB10 MC79  
PB64 PC01 PC02 PC03 PC41  
PC80  
4D011 AA08 AC06  
4G035 AA01 AB28 AE17

(54)【発明の名称】 スパイラル型気液接触膜モジュール

(57)【要約】

【課題】 気体側流路に発生した凝縮水を円滑に排出することにより、生成される気体溶解液の濃度を一定に保つことができるスパイラル型気液接触膜モジュールを提供することである。

【解決手段】 スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に溝構造スペーサ50が巻き付けられる。溝構造スペーサ50は、平行に配列された複数の縦糸51と縦糸51に直交するように配列された複数の横糸52により構成される。溝構造スペーサ50は、スパイラル型気液接触膜エレメント10の軸方向に対して垂直方向に溝部53が延びるようにスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に巻き付けられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透過性膜と流路材とを重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することにより形成されたスパイラル型気液接触膜エレメントが容器内に収容されてなるスパイラル型気液接触膜モジュールであって、前記容器の外周部に気体出口が設けられ、前記スパイラル型気液接触膜エレメントの気体側流路が前記気体出口に連通し、前記スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が巻き付けられたことを特徴とする気液接触膜モジュール。

【請求項2】 前記外周部流路材が溝部を有することを特徴とする請求項1記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項3】 前記溝部が前記スパイラル型気液接触膜エレメントの周方向に延びることを特徴とする請求項2記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項4】 前記溝部が連続形状をしていることを特徴とする請求項2または3記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項5】 前記溝部が直線形状をしていることを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項6】 前記外周部流路材が、複数の縦糸と前記複数の縦糸に交差する複数の横糸により構成され、前記複数の縦糸間に前記溝部が形成されたことを特徴とする請求項2～5のいずれかに記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項7】 前記縦糸の外径が前記横糸の外径以上であることを特徴とする請求項6記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項8】 前記横糸の外径が前記縦糸の外径の2分の1以下であることを特徴とする請求項7記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項9】 前記縦糸の外径が $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、前記横糸の外径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $250\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、前記溝部の幅が $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の気液接触膜モジュール。

【請求項10】 前記透過性膜および前記外周部流路材がフッ素樹脂からなることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項11】 前記透過性膜が連続または独立した一または複数対の多孔質膜からなり、前記多孔質膜が内側に液体側流路材を挟んでかつ外側に前記気体側流路材を重ねて前記有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回され、前記多孔質膜間で前記液体側流路材により形成される液体側流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、前記多孔質膜間で前記気体側流路材により形成される気体側流路の両端部が封止されることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載のスパイラ

ル型気液接触膜モジュール。

【請求項12】 連続または独立した一または複数対の多孔質膜を、内側に第1の流路材を挟んでかつ外側に第2の流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することによりスパイラル型気液接触膜エレメントが形成され、前記多孔質膜間で前記第1の流路材により形成される第1の流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、前記多孔質膜間で前記第2の流路材により形成される第2の流路の両端部が封止され、前記スパイラル型気液接触膜エレメントは筒形容器内に収容され、前記筒形容器は、両端部にそれぞれ第1の流体口を有しつつ少なくとも一端部および外周部にそれぞれ第2の流体口を有し、前記筒形容器内で前記スパイラル型気液接触膜エレメントの両端部側にそれぞれ形成される第1の空間と前記スパイラル型気液接触膜エレメントの外周側に形成される第2の空間とが分離され、前記第1の空間が前記第1の流体口に連通し、前記第2の空間が前記筒形容器の外周部の前記第2の流体口に連通しつつ前記有孔中空管の内部が前記筒形容器の少なくとも一端部の前記第2の流体口に連通し、前記スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が付けられたことを特徴とするスパイラル型気液接触膜モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液体中への気体の溶解または液体中からの気体の放散といった気液接触操作に用いられるスパイラル型気液接触膜モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、化学工業等の多くの分野では、液体へのガス溶解あるいは液体からのガス放散といった気液接觸操作が行われている。たとえば、ガス溶解として、医薬品分野等における微生物培養液への酸素供給、電子工業における超純水ラインへのオゾン溶解、水産業界における養魚への酸素供給、あるいはNO<sub>x</sub>（窒素酸化物）やSO<sub>x</sub>（硫黄酸化物）等の排ガス処理が挙げられ、また、ガス放散としては、純水製造における脱炭酸処理があげられる。

【0003】 また、気液接觸の一例として、半導体工業におけるオゾン水の製造がある。現在、ウェーハの洗浄には、アンモニア-過酸化水素水混合液、塩酸-過酸化水素水混合液等の薬液が用いられているが、廃水処理にかかるコストダウン、環境問題等の観点から、オゾン水による洗浄が注目されている。ここで、ウェーハの洗浄に用いられるオゾン水は、 $10\sim30\text{ ppm}$ と高濃度なオゾン水が要求され、濃度コントロールも容易でなければならない。

【0004】 これらの条件を満たすためには、従来から用いられているいわゆるバブリング法では、高濃度なイ

オゾン水が得られにくい、クリーン度に問題がある、濃度コントロールが困難である等の課題があり、膜モジュールを使用してオゾンガスを超純水中に溶解させる方法が近年用いられている。

【0005】気液接操作に使用される膜モジュールの形態としては、スパイラル型、平膜積層型、プレート・アンド・フレーム型などの平膜を用いた平膜状膜モジュール、および中空糸のような環状膜を用いた環状膜モジュールがある。それらの中でも中空糸膜モジュールやスパイラル型膜モジュールが一般的である。

【0006】中空糸膜モジュールの場合、中空糸膜内部に純水が層流の状態で流動するため、中空糸膜の内周面近傍での境膜抵抗が大きく、純水へのオゾンガスの移動係数が低い。また、中空糸膜モジュールでは、構造上、膜の充填効率が低いため、膜モジュールとしては大型のものになり、コストも高くなる。

【0007】一方、スパイラル型膜モジュールでは、液体側流路に乱流促進を図る流路材を用いることにより、多孔質膜近傍の境膜抵抗が低くなり、純水へのオゾンガスの移動係数が高くなる。また、スパイラル型膜モジュールでは、膜の充填効率が高いため膜モジュールを小型化でき、コストも低く抑えられるという利点を有する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】例えば、ウエーハの洗浄に用いるオゾン水を膜モジュールを用いて製造する場合、電解法で得られたオゾンガスはその製法上飽和ガスとなっている。また、オゾンガスおよび超純水の温度は特に制御されていないことが多いが、通常、共に18～30℃とほぼ同じ温度領域内にある。

【0009】しかし、一般的には、超純水の温度がオゾンガスの温度よりも高い場合が多く、この場合、超純水側とオゾンガス側との温度差から水が水蒸気となってオゾンガス側に入ることになる。オゾンガスはもともと飽和状態となっていることから、この水蒸気により過飽和となり、凝縮水が発生する。オゾンガス側に凝縮水が溜まると、オゾンガスの接触面積が減少し、その結果、生成されるオゾン水の濃度が低下する。そのため、オゾン水の濃度を一定にするためには、オゾンガスの供給圧力を上げてオゾンガスの供給量を増加させる必要が生じる。

【0010】しかしながら、超純水側の圧力以上にオゾンガス側の圧力を上げると、超純水側にオゾンガスが抜けて後工程に支障が出る。そのため、オゾンガス側の圧力を超純水側の圧力以上に上げることはできない。

【0011】また、気液接操作により生成されるオゾン水は希釈されてウエーハの洗浄に用いられることから、オゾン水の濃度が変動すると、ウエーハの洗浄性にばらつきが発生する。その結果、歩留りが低下する。

【0012】さらに、スパイラル型膜モジュールは、ハウジング内にスパイラル型膜エレメントが収容されてな

る。特に、スパイラル型膜エレメントの外周面とハウジングの内周面との間に隙間がほとんどなく気体側流路材がハウジングの内周面に接触している場合には、発生した凝縮水の流路が確保されず、凝縮水がハウジングの外部に抜けにくい状態となっている。

【0013】本発明の目的は、気体側流路で発生した凝縮水を円滑に排出することにより、生成される気体溶解液の濃度を一定に保つことができるスパイラル型気液接觸膜モジュールを提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明に係る気液接觸膜モジュールは、透過性膜と流路材とを重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回すことにより形成されたスパイラル型気液接觸膜エレメントが容器内に収容されてなるスパイラル型気液接觸膜モジュールであって、容器の外周部に気体出口が設けられ、スパイラル型気液接觸膜エレメントの気体側流路が気体出口に連通し、スパイラル型気液接觸膜エレメントの外周部に外周部流路材が巻き付けられたものである。

【0015】本発明に係るスパイラル型気液接觸膜モジュールにおいては、スパイラル型気液接觸膜エレメントの気体側流路を流れる気体が容器の外周部の気体出口より外部に排出される。スパイラル型気液接觸膜エレメントの外周部に外周部流路材が巻き付けられているので、気体側流路に発生した凝縮水は外周部流路材に沿って速やかに流動する。それにより、気体側流路に凝縮水が滞留せず、気体とともに容器の気体出口から外部に円滑に排出される。したがって、凝縮水の滞留による気液接觸面積の減少が防止されるので、気体溶解液の濃度が一定に保たれる。

【0016】外周部流路材が溝部を有することが好ましい。この場合、溝部が凝縮水の流路となり、気体側流路に発生した凝縮水が外周部流路材の溝部を通って外部に円滑に排出される。

【0017】溝部がスパイラル型気液接觸膜エレメントの周方向に延びることが好ましい。それにより、気体側流路材に発生した凝縮水が気体の流れにのってスパイラル型気液接觸膜エレメントの外周部を周方向に流れつつ容器の気体出口から外部に円滑に排出される。

【0018】溝部が連続形状していることが好ましい。この場合、凝縮水は流動開始点から終点まで障害物のない連続した溝部を流れる。したがって、溝部内での気体および凝縮水の流動抵抗が小さくなる。

【0019】溝部が直線形状をしていることが好ましい。この場合、溝部の流路長さが最短となり、気体および凝縮水の流動抵抗が減少する。その結果、凝縮水が速やかに外部に排出される。

【0020】外周部流路材が、複数の縦糸と複数の縦糸に交差する複数の横糸により構成され、複数の縦糸間に溝部が形成されてもよい。この場合、気体側流路に発

生した凝縮水は気体とともに外周部流路材の複数の縦糸間の溝部を通って容器の気体出口から外部に速やかに排出される。

【0021】縦糸の外径が横糸の外径以上であることが好ましい。これにより、外周部流路材の厚さを抑えつつ縦糸間に凝縮水の流路となる溝部を形成することができる。

【0022】横糸の外径が縦糸の外径の2分の1以下であることが好ましい。それにより、外周部流路材の厚さを厚くすることなく縦糸間に十分な深さの溝部を形成することができる。したがって、凝縮水の十分な流路を確保しつつ外周部流路材の厚さが厚くなることによるコストの上昇および容器の外径が不必要に大きくなることによるコストの上昇を防止することができる。

【0023】縦糸の外径が $100\mu m$ よりも小さいと、溝部の深さが浅くなり、気体および凝縮水の流動抵抗が増加する。それにより、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を外部に円滑に排出することができない。一方、縦糸の外径が $500\mu m$ よりも大きいと、外周部流路材を含めたスパイラル型気液接触膜エレメントの外径が大きくなり、容器の外径も大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースが増大し、不経済となる。

【0024】また、横糸の外径が $50\mu m$ よりも小さいと、外周部流路材の強度を確保することが困難となる。一方、横糸の外径が $250\mu m$ よりも大きいと、外周部流路材の厚さが大きくなり、外周部流路材を含めたスパイラル型気液接触膜エレメントの外径が大きくなるとともに、容器の外径が大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースも増大し、不経済となる。

【0025】さらに、溝部の幅が $200\mu m$ よりも小さいと、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を速やかに外部に排出することが困難になる。一方、溝部の幅が $1000\mu m$ よりも大きいと、外周部流路材同士が重なり合う場合に、一方の外周部流路材の部分が他方の外周部流路材の溝部内に陥没し、凝縮水の流路が狭くなる。

【0026】したがって、縦糸の外径が $100\mu m$ 以上 $500\mu m$ 以下であり、横糸の外径が $50\mu m$ 以上 $250\mu m$ 以下であり、溝部の幅が $200\mu m$ 以上 $1000\mu m$ 以下であることが好ましい。

【0027】溝部が外周部流路材の両面に設けられることが好ましい。それにより、凝縮水の流路を十分に確保することができる。溝部が外周部流路材の片面に設けられてもよい。この場合、外周部流路材の厚さを小さくすることができる。

【0028】溝部は外周部流路材の表側の面に設けられてもよく、裏側の面に設けられてもよい。

【0029】透過性膜および外周部流路材がフッ素樹脂

からなることが好ましい。フッ素樹脂は種々の気体および液体に対して耐久性があるため広い分野への適用が可能となる。特に、オゾンおよびオゾン水に対する耐久性があるため、オゾン水の製造に好適に使用できる。

【0030】透過性膜が連続または独立した一または複数対の多孔質膜からなり、多孔質膜が内側に液体側流路材を挟んでかつ外側に気体側流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回され、多孔質膜間で液体側流路材により形成される液体側流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、多孔質膜間で気体側流路材により形成される気体側流路の両端部が封止されることが好ましい。

【0031】この場合、気体は、有孔中空管内を通り、スパイラル状の気体側流路内を流れ、液体は、有孔中空管にほぼ平行にスパイラル型気液接触膜エレメントの一方の端部から他方の端部へ液体側流路内を流れる。この過程で、気体と液体とは多孔質膜を介して接触し、目的成分の透過作用が行われる。

【0032】このとき、気体側流路に発生した凝縮水が気体とともに外周部流路材に沿って速やかに流動し、容器の気体出口から外部に円滑に排出される。したがって、凝縮水の滞留による気液接触面積の減少が防止されるので、気体溶解液の濃度が一定に保たれる。

【0033】第2の発明に係るスパイラル型気液接触膜モジュールは、連続または独立した一または複数対の多孔質膜を、内側に第1の流路材を挟んでかつ外側に第2の流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することによりスパイラル型気液接触膜エレメントが形成され、多孔質膜間で第1の流路材により形成される第1の流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、多孔質膜間で第2の流路材により形成される第2の流路の両端部が封止され、スパイラル型気液接触膜エレメントは筒形容器内に収容され、筒形容器は、両端部にそれぞれ第1の流体口を有しつつ少なくとも一端部および外周部にそれぞれ第2の流体口を有し、筒形容器内で前記スパイラル型気液接触膜エレメントの両端部側にそれぞれ形成される第1の空間とスパイラル型気液接触膜エレメントの外周側に形成される第2の空間とが分離され、第1の空間が第1の流体口に連通し、第2の空間が筒形容器の外周部の第2の流体口に連通しかつ有孔中空管の内部が前記筒形容器の少なくとも一端部の第2の流体口に連通し、スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が設けられたものである。

【0034】本発明に係るスパイラル型気液接触膜モジュールにおいて、液体は、筒形容器の一端部の第1の流体口から一方の第1の空間内に供給され、スパイラル型気液接触膜エレメントの多孔質膜間に形成された第1の流路を通り他方の第1の空間に流動し、筒形容器の他端部の第1の流体口から外部に排出される。また、気体

は、筒形容器の少なくとも一端部の第2の流体口から有孔中空管の内部に供給され、スパイラル型気液接触膜エレメントの多孔質膜間に形成された第2の流路を通り筒形容器内の第2の空間に流動し、筒形容器の外周部に形成された第2の流体口から外部に排出される。

【0035】筒形容器の内部において、液体は有孔中空管にほぼ平行に流動し、気体は多孔質膜を介して液体とほぼ直交する方向にスパイラル状に流動する。液体と気体とは多孔質膜を介して接触し、目的成分の透過作用が行われる。

【0036】第2の流路に発生した凝縮水は、外周部流路材に沿ってスパイラル型気液接触膜エレメントの外周部を速やかに流れ、第2の流体口から外部へ円滑に排出される。したがって、凝縮水の滞留による気液接触面積の減少が防止されるので、気体溶解度の濃度が一定に保たれる。

### 【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るスパイラル型気液接触膜モジュールの一実施の形態について説明する。以下の説明では、オゾンガスおよび純水を用いてオゾン水を生成する場合を説明する。

【0038】図1は本発明による一実施の形態のスパイラル型気液接触膜モジュールを示す軸方向の断面図、図2は図1のスパイラル型気液接触膜モジュールにおけるスパイラル型気液接触膜エレメントの一部切欠き斜視図、図3は図1中のA-A線断面図、図4は図1のスパイラル型気液接触膜エレメントの封止部の拡大断面図である。

【0039】図1に示すスパイラル型気液接触膜モジュール1は、圧力容器であるハウジング2およびハウジング2の内部に挿入されたスパイラル型気液接触膜エレメント10を備える。ハウジング2は円筒状の胴部を有し、胴部の一方端部3に液体入口4が形成され、他方端部5に気体溶解液出口6が形成されている。また、ハウジング2の胴部の外周面には気体出口7が1または複数箇所形成されている。

【0040】有孔中空管からなる気体供給管11の一方端はハウジング2の一方端部3を貫通して気体入口11aを構成し、他方端は樹脂剤16により密封されている。気体供給管11の管壁には、供給流体流量に対して圧力損失を低く抑えることができるよう複数の供給孔11bが形成されている。

【0041】また、後述するように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部には構造スペーサ50が巻き付けられている。

【0042】図2において、スパイラル型気液接触膜エレメント10は、液体側流路材13の両面に疎水性多孔質膜14を重ね合わせ、さらに疎水性多孔質膜14の他方の面に2枚の気体側流路材15を重ね合わせ、それらを気体供給管11の周りに巻回することにより構成され

ている。

【0043】オゾンガスあるいはオゾン水に接する部材の材質としては、オゾンに対する耐久性を有することはもちろんのこと、部材の成分の溶出がないものを選定する必要がある。一般的にフッ素樹脂が用いられているが、中でも四フッ化エチレン樹脂(PTFE)、パーフルオロアルコキシ樹脂(PFA)またはNewPFAが好適に用いられる。ここで、NewPFAとは、PFAの両末端基が不安定基であったものをCF<sub>3</sub>基に変えることにより化学的に一番安定な構造を持ち、よりピュアなフッ素樹脂である。また、用途および使用条件によって、ビニリデンフルオライド樹脂(PVDF)、パーフルオロエチレンプロピレン樹脂(FEP)を用いることもできる。

【0044】本実施の形態では、疎水性多孔質膜14として、平均孔径が0.01~1μmのPTFEからなる平膜を用いる。また、液体側流路材13としては、PFAからなる線材を平織して形成されたネットを用いる。また、気体側流路材15はPFAにより形成される。さらに、構造スペーサ50はNewPFAにより形成される。

【0045】図3に示すように、液体側流路材13を挟んだ疎水性多孔質膜14間のスパイラル状の空間が液体側流路19を構成する。スパイラル状の液体側流路19の内周側の側部(気体供給管11に平行な辺)および外周側の側部が、液体側流路材13を挟む疎水性多孔質膜14同士を融接することにより封止されている。これにより、液体側流路19の内周側の側部および外周側の側部にそれぞれ内周側封止部21aおよび外周側封止部21bが形成される。したがって、液体側流路19は、純水およびオゾン水がスパイラル型気液接触膜エレメント10の軸方向に流動可能な空間になる。また、液体側流路19の軸方向の両端部は開放されており、純水の流入およびオゾン水の流出が可能である。

【0046】なお、本実施の形態では、2枚の疎水性多孔質膜14の間に液体側流路材13を挟んで両方の側部を融接しているが、1枚の疎水性多孔質膜14を折り畳んでその間に液体側流路材13を挿入し、一方の側部を融接してもよい。

【0047】2枚の気体側流路材15を挟んだ疎水性多孔質膜14間のスパイラル状の空間が気体側流路18を構成する。そして、図4に示すように、スパイラル状の気体側流路18の軸方向の両端部は、樹脂材17により封止される。また、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周面の両端部とハウジング2の胴部の内周面との間も樹脂材17により封止され、円筒形空間18aを形成する。これにより、気体側流路18の両端部に封止部10b, 10cが形成される。したがって、気体側流路18は、オゾンガス25がスパイラル型気液接触膜エレメント10のスパイラル方向に流動可能な空間とな

り、オゾンガス25が円筒形空間18aから気体出口7を通ってモジュール外へ流動可能となる。

【0048】このように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の両端部の封止部10b, 10cを除く気液接触部10aにおける気体側流路18と液体側流路19とは、疎水性多孔質膜14、内周側封止部21a、外周側封止部21bおよび封止部10b, 10cによって、分離された構成となる。

【0049】図5は図2のスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部への溝構造スペーサ50の巻き付けを示す斜視図である。図6は溝構造スペーサ50が巻き付けられたスパイラル型気液接触膜エレメント10の軸方向の断面図である。図7は溝構造スペーサ50の一例を示す平面図、図8は溝構造スペーサ50の断面図である。

【0050】図5および図6に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に溝構造スペーサ50が巻き付けられる。この溝構造スペーサ50は、1重に巻き付けてもよく、あるいは多重に巻き付けてもよい。

【0051】図7および図8に示すように、溝構造スペーサ50は、平行に配列された複数の縦糸51と、縦糸51に直交するように配列された複数の横糸52により構成される。本実施の形態では、縦糸51を2本ずつ束ねて凸部54を形成し、凸部54間に溝部53を形成している。横糸52は、縦糸51を一定間隔で固定するために用いている。

【0052】図5に示すように、溝構造スペーサ50は、矢印Rで示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の軸方向に対して垂直方向に溝部53が伸びるようにスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に巻き付けられる。本実施の形態では、溝構造スペーサ50を4重に巻き付けている。

【0053】図5および図6の溝構造スペーサ50において、縦糸の外径Dが100μmよりも小さいと、溝部53の深さが浅くなり、気体および凝縮水の流動抵抗が増加する。それにより、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を外部に円滑に排出することができない。一方、縦糸51の外径Dが500μmよりも大きいと、溝構造スペーサ50を含めたスパイラル型気液接触膜エレメント10の外径が大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースが増大し、不経済となる。したがって、縦糸51の外径Dは100～500μmであることが好ましい。

【0054】また、横糸52の外径dが50μmよりも小さいと、溝構造スペーサ50の強度を確保することが困難となる。一方、横糸52の外径dが250μmよりも大きいと、溝構造スペーサ50の厚さが大きくなり、溝構造スペーサ50を含めたスパイラル型気液接触膜エ

レメント10の外径が大きくなるとともに、ハウジング2の外径が大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースも増大し、不経済となる。したがって、横糸52の外径dは50～250μmであることが好ましい。

【0055】さらに、溝部53の幅Wが200μmよりも小さいと、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を速やかに外部に排出することが困難になる。一方、溝部53の幅Wが1000μmよりも大きいと、溝構造スペーサ50同士が重なりあう場合、一方の溝構造スペーザ50の部分が他方の溝構造スペーザ50の溝部53内に陥没し、凝縮水の流路が狭くなる。したがって、溝部53の幅Wは200～1000μmであることが好ましい。

【0056】さらに、溝部53間の凸部54の幅が200μmよりも小さいと、溝構造スペーザ50の強度が低下し、凸部54が潰れてしまう可能性がある。一方、凸部54の幅が1000μmよりも大きいと、流路が狭くなり、凝縮水を十分に排出することが困難になる。したがって、凸部54の幅は200～1000μmであることが好ましい。

【0057】本実施の形態では、縦糸51の外径Dを250μmとし、横糸52の外径dを80μmとし、溝部53の幅Wを450μmとする。

【0058】図1のスパイラル型気液接触膜モジュール1の運転時には、純水30は液体入口4を通り、ハウジング2の一方端部3とスパイラル型気液接触膜エレメント10の端面とで構成された入口空間3aに流入する。そして、液体側流路19内を図2に示すように、液体側流路材13に沿って軸方向に流れる。

【0059】一方、オゾンガス25は、図1に示すように、気体入口11aから気体供給管11の内部に供給される。そして、図3に示すように、気体供給管11の側面の供給孔11bから気体側流路18内に入り、気体側流路材に沿って気体供給管11に直交する方向にスパイラル状に流動し、ハウジング2の内側の円筒形空間18aを通じて気体出口7から外部へ排出される。なお、気体出口7を複数設けることによって気体側流路18におけるオゾンガス25の流れを均一にすることができる。

【0060】図2に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の気液接触部10aでは、気体供給管11にほぼ直交する方向にスパイラル状に流動するオゾンガス25と気体供給管11に平行に流動する純水30とが疎水性多孔質膜14を介して接触する。これにより、オゾンガス25が疎水性多孔質膜14を透過して純水30中に溶解し、オゾン水31が生成される。

【0061】スパイラル型気液接触膜エレメント10の端面から流出したオゾン水31は、図1に示すように、ハウジング2の他方端部5とスパイラル型気液接触膜エレメント10の端面とで構成された出口空間5aを通

り、気体溶解液出口6から外部へ排出される。

【0062】また、図2に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の液体側流路19(図3参照)で発生した水蒸気9は、疎水性多孔質膜14を透過し、気体側流路18(図3参照)で凝縮する。このようにして発生した凝縮水8は、気体供給管11にほぼ直交する方向に延びる気体側流路材15に沿ってオゾンガス25とともにスパイラル状に流动し、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に排出される。そして、凝縮水8は、気体供給管11にほぼ直交する方向に延びる溝構造スペーサ50の溝部53に沿ってオゾンガス25とともに円周方向に流动し、気体出口7から排出される。この場合、溝構造スペーサ50の溝部53は直線的かつ連続的にスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部の円周方向に延びているため、凝縮水8は気体出口7まで円滑に流动できる。

【0063】その結果、凝縮水8が気体側流路18内に滞留しないため、オゾンガス25および純水30による気液接触操作に寄与する疎水性多孔質膜14の有効膜面積が減少しない。このため、オゾン水濃度が一定に保たれる。また、凝縮水8による気体側流路18の圧力損失の増加が防止されるので、気体側流路18の圧力が液体側流路19の圧力より高くならず、液体側流路19内に気泡が発生する問題が発生しない。

【0064】図9は溝構造スペーサ50の他の例を示す断面図である。図9に示す溝構造スペーサ50においては、複数の横糸52の両側に複数の縦糸51からなる凸部54が配置され、凸部間に溝部53が形成されている。それにより、図9の溝構造スペーサ50は、両面に複数の溝部53を有する。

【0065】図9の溝構造スペーサ50をスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に巻き付けた場合にも、気体側流路に発生した凝縮水を気体出口7から円滑に排出することができる。

#### 【0066】

【実施例】ここで、以下に示す実施例、比較例1および比較例2のスパイラル型気液接触膜モジュールを作製し、凝縮水が滞留することにより上昇する気体側の圧力損失を測定した。

【0067】実施例では、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に図7および図8に示した溝構造スペーサ50を巻き付け、図1に示す構造を有するスパイラル型気液接触膜モジュールを作製した。

【0068】比較例1では、図2のスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に平織りネットを巻き付け、スパイラル型気液接触膜モジュールを作製した。

【0069】比較例2では、図2のスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に何も巻き付けずに、スパイラル型気液接触膜モジュールを作製した。

【0070】なお、実施例、比較例1および比較例2に

おいて、疎水性多孔質膜としてPTFE疎水性多孔質膜NTF1121を用いた。また、膜モジュールのサイズはドームの直径が84mm、長さが310mmであり、有効膜面積は約0.5m<sup>2</sup>である。

【0071】気体入口11aから10体積%のオゾンガスを流量を変化させて供給し、液体入口4から温度25℃の純水を圧力2kgf/cm<sup>2</sup>および流量5L/minで供給し、気体側流路の気体流量と気体流路側における圧力損失(凝縮時の圧力損失)との関係を測定した。

【0072】図10に実施例、比較例1および比較例2の気体流量と気体側流路の圧力損失との関係の測定結果を示す。

【0073】図10に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に何も巻き付けていない比較例2のスパイラル型気液接触膜モジュールでは、凝縮水を膜モジュール外に排出させることができず、流量の増加に伴って気体側流路における圧力損失が増加した。

【0074】また、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に平織りネットを巻き付けた比較例1のスパイラル型気液接触膜モジュールでは、気体側流路における圧力損失の増加が比較例2に比べて小さくなつた。

【0075】これに対し、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に溝構造スペーサ50を巻き付けた実施例のスパイラル型気液接触膜モジュールでは、凝縮水を常時膜モジュール外へ排出できるため、流量の増加に伴う気体側流路における圧力損失の増加が最も低く抑えられた。

【0076】これらの結果から、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に溝構造スペーサ50を巻き付けることにより、凝縮水をモジュール外へ円滑に排出することができることがわかる。

【0077】以上のように、本発明による一実施の形態のスパイラル型気液接触膜モジュールによると、凝縮水が発生しても、溝構造スペーサ50の溝部53を通じて外部に円滑に排出されるので、一定濃度の気体溶解液を供給することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施の形態のスパイラル型気液接触膜モジュールを示す軸方向の断面図である。

【図2】図1のスパイラル型気液接触膜モジュールにおけるスパイラル型気液接触膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図3】図1中のA-A線断面図である。

【図4】図1のスパイラル型気液接触膜エレメントの封止部の拡大断面図である。

【図5】スパイラル型気液接触膜エレメントへの溝構造スペーザの巻き付けを示す斜視図である。

【図6】溝構造スペーザが巻き付けられたスパイラル型気液接触膜エレメントの断面図である。

【図7】溝構造スペーザの一例を示す平面図である。

【図8】溝構造スペーサの一例を示す断面図である。

【図9】溝構造スペーサの他の例を示す断面図である。

【図10】実施例、比較例1および比較例2のスパイラル型気液接触膜モジュールにおける気体側流路の気体流量と気体流路側圧力損失との関係の測定結果を示す図である。

【符号の説明】

- 1 スパイラル型気液接触膜モジュール
- 2 ハウジング
- 3 a 入口空間
- 4 液体入口
- 5 a 出口空間
- 6 気体溶解液出口
- 7 気体出口
- 10 スパイラル型気液接触膜エレメント
- 10 b, 10 c 封止部

\* 11 気体供給管

11 a 気体入口

13 液体側流路材

14 疎水性多孔質膜

15 気体側流路材

18 気体側流路

18 a 円筒形空間

19 液体側流路

21 a 内周側封止部

10 21 b 外周側封止部

50 溝構造スペーサ

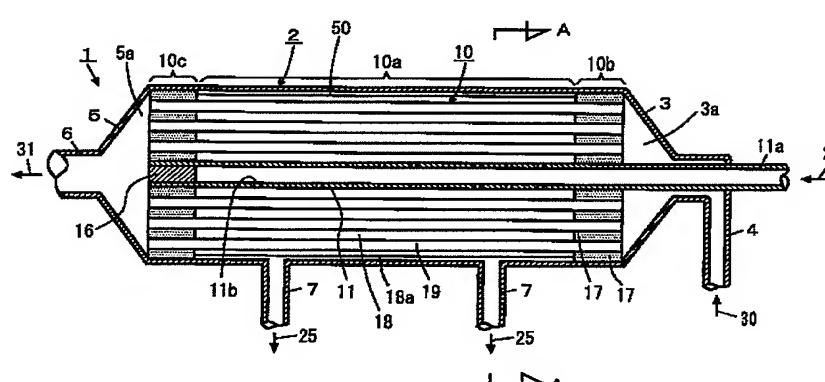
51 縦糸

52 横糸

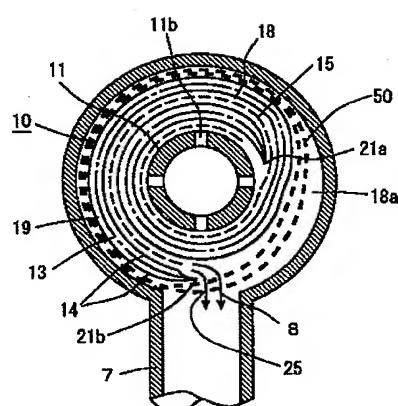
53 溝部

54 凸部

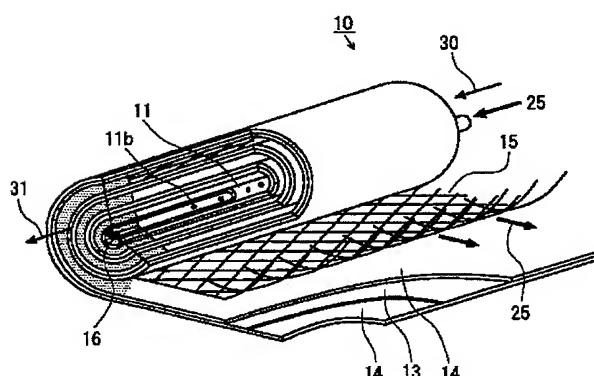
【図1】



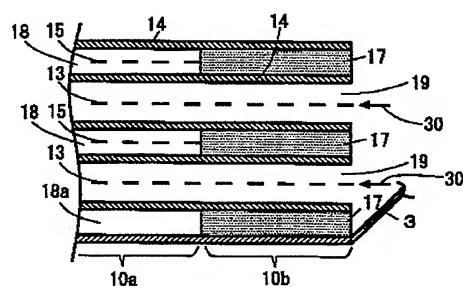
【図3】



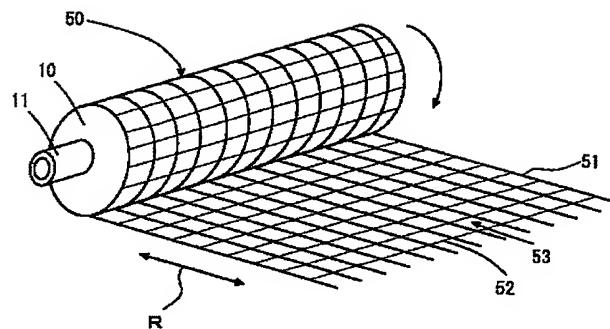
【図2】



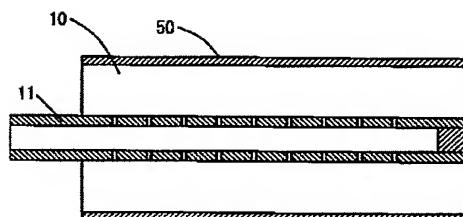
【図4】



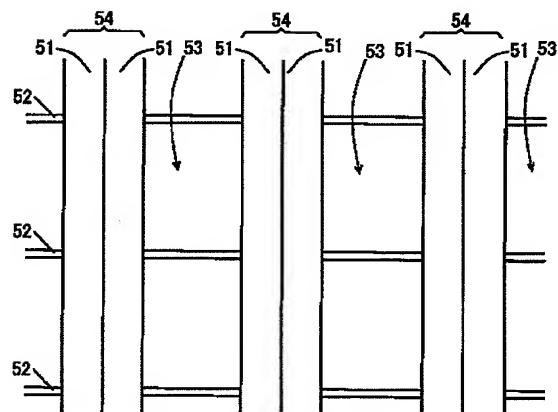
【図5】



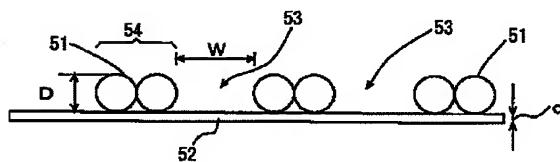
【図6】



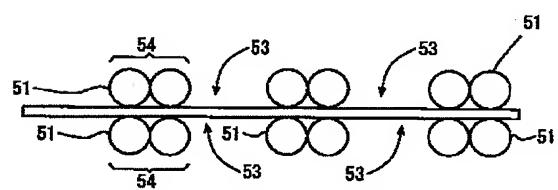
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

